

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Takayuki NAKAMURA

Serial Number: Not Yet Assigned

Filed: March 30, 2004

For: AUTOMATIC PROGRAMMING APPARTUS

Attorney Docket No.: 042310

Customer No.: **38834**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

March 30, 2004

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2003-104005, filed on April 8, 2003

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP



Ken-Ichi Hattori
Reg. No. 32,861

1250 Connecticut Avenue, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20036
Tel: (202) 822-1100
Fax: (202) 822-1111
KH/II

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 4月 8日

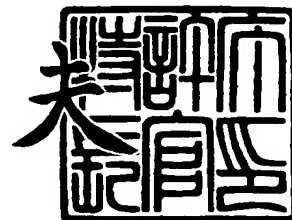
出願番号
Application Number: 特願2003-104005
[ST. 10/C]: [JP 2003-104005]

出願人
Applicant(s): 株式会社森精機製作所
インテリジェント マニユファクチャリング システムズ
インターナショナル

2004年 2月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3014197



【書類名】 特許願

【整理番号】 MP0-M-0214

【提出日】 平成15年 4月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G05B 19/00

【発明者】

【住所又は居所】 奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地 株式会社森精機
製作所内

【氏名】 中村 隆之

【特許出願人】

【識別番号】 000146847

【氏名又は名称】 株式会社森精機製作所

【特許出願人】

【識別番号】 300035331

【氏名又は名称】 インテリジェント マニファクチャリング システム
ズ インターナショナル

【代理人】

【識別番号】 100104662

【弁理士】

【氏名又は名称】 村上 智司

【電話番号】 (06)6373-5981

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 058654

【納付金額】 21,000円

【その他】 米国カリフォルニア州の法律に基づく法人

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1



【包括委任状番号】 9716846

【包括委任状番号】 0006369

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 自動プログラミング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加工対象の素材を、切刃を有する工具を用いて、凹部及び該凹部内の底面に一以上の凸部を有する製品形状に加工するための NC プログラムを生成する装置であって、

前記製品の形状を定義した形状データを記憶する製品形状データ記憶部と、

前記素材の形状、材質といった諸元に関するデータを記憶する素材データ記憶部と、

前記工具の種別、寸法や材質といった諸元に関するデータを記憶する工具データ記憶部と、

前記素材諸元及び工具諸元に応じて設定された加工条件に関するデータを記憶する加工条件データ記憶部と、

前記製品形状データ記憶部、素材データ記憶部、工具データ記憶部及び加工条件データ記憶部に格納された各データを基に、加工領域を設定し、設定した各加工領域について、該加工領域で使用する工具、その送り速度、ワーク座標系における該使用工具の移動位置を少なくとも含んで構成される CL データを生成する CL データ生成部と、

前記 CL データ生成部によって生成された CL データのワーク座標系における移動位置から NC プログラムを生成する NC プログラム生成部とを備えた自動プログラミング装置において、

該自動プログラミング装置は、更に、

前記工具データ記憶部にデータが格納された工具の中から前記凹部の加工に使用する工具として予め選択された工具であって、前記製品の凹部内に存在する凹曲面の最小の曲率半径を 2 倍した直径より小径、且つ前記凹部内に存在する壁間の最小距離より小径の工具径を備えた最小工具と、該最小工具よりも大きい工具径を備えた工具とを少なくとも含む、工具径が互いに異なる複数の工具に係る識別データを記憶した凹部加工用工具記憶部と、

前記 CL データ生成部によって生成された CL データを基に、その加工時間を

算出する加工時間算出部とを備えてなり、

前記ＣＬデータ生成部は、設定した加工領域が前記凹部である場合に、前記凹部加工用工具記憶部に格納された識別データを参照して、前記予め選択された複数の工具の中から一以上の工具を抽出して、少なくとも前記最小工具を含む工具の組み合わせを複数通り設定する組み合わせ設定処理と、設定した各組み合わせ毎に、その組の最大径の工具から順次小径の工具を使用して荒加工を行う荒加工用のＣＬデータを生成するとともに、前記最小工具を使用して仕上加工を行う仕上加工用のＣＬデータを生成するＣＬデータ生成処理とを順次実行するように構成され、

前記加工時間算出部は、前記各組み合わせ毎に生成されたＣＬデータを基に、その加工時間を前記各組み合わせ毎に算出するように構成され、

前記ＮＣプログラム生成部は、前記加工時間算出部によって算出された加工時間が最も短いＣＬデータを用いて、前記ＮＣプログラムを生成するように構成されてなることを特徴とする自動プログラミング装置。

【請求項 2】 前記凹部加工用工具記憶部は、

前記凹部加工用の使用工具として選択される複数の工具を 1 つの工具グループとし、該グループ内に含まれる工具の種類が互いに異なる複数の工具グループについて、各グループ毎にその構成工具に係る識別データを記憶するように構成され、

前記ＣＬデータ生成部は、

前記複数の工具グループの中から一の工具グループを選択する信号を外部から受信し、前記凹部加工用工具記憶部に格納された識別データであって、該選択信号に対応した前記工具グループの識別データを参照して、前記組み合わせ設定処理とＣＬデータ生成処理とを順次実行するように構成されてなることを特徴とする請求項 1 記載の自動プログラミング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、工作機械を数値制御するためのＮＣプログラムであって、切刃を有

する工具を用いて、加工対象の素材を、凹部及び当該凹部内の底面に一以上の凸部を有する製品形状に加工するためのNCプログラムを生成する自動プログラミング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、上記自動プログラミング装置として、図14に示すようなNCデータ自動生成装置が知られており、このNCデータ自動生成装置60は、図示する如く、工具情報格納手段61と、形状認識手段62と、加工領域分割手段63と、工具選択及び工具経路データ作成手段64と、NCデータ生成手段65とを備えて構成される（特開平5-228786号公報参照）。

【0003】

前記工具情報格納手段61には、加工に使用する複数の工具（エンドミルなど）について、その工具識別符号及び工具径を少なくとも含む情報が予め格納されている。

【0004】

前記形状認識手段62は、適宜入力されたCADデータ（製品形状データ）を基に、凹部及び当該凹部内の底面に一以上の凸部を有する製品形状（加工対象物（素材）の加工後の形状）を認識する処理を行い、前記加工領域分割手段63は、前記認識した製品形状に基づいて、加工対象物をそれぞれ共通の工具で加工することができる複数の加工領域に分割する処理を行う。

【0005】

前記工具選択及び工具経路データ作成手段64は、前記分割された各加工領域毎に、工具情報格納手段61に情報が格納された工具の中から使用する工具を選択し、選択した工具の工具経路データを作成する処理を行う。

【0006】

具体的には、前記加工領域を、例えば、図2及び図3に示すような、凹部51及び凸部52を有する製品50形状に加工する場合、まず、凹部51内に存在する複数の凹曲面53の内、その曲率半径が最小となる凹曲面53が検索されて、検索された凹曲面53の曲率半径を2倍した直径より小径の工具径を備えた工具

が、工具情報格納手段 61 から抽出されるとともに、凹部 51 内に存在する複数の壁 54 間の内、その間隔が最小となる壁 54 間が検索されて、検索された壁 54 間の距離と同じ直径より小径の工具径を備えた工具が、工具情報格納手段 61 から抽出される。

【0007】

そして、抽出された 2 つの工具の内、より小径の工具が、前記加工領域を加工する工具として選択され、選択された工具の工具経路データが作成される。その後、選択された工具の工具識別符号と工具経路データとが相互に関連付けられ、これらが前記 NC データ生成手段 65 に送信される。

【0008】

前記 NC データ生成手段 65 は、前記工具選択及び工具経路データ作成手段 64 から受信した、各加工領域毎の工具識別符号及び工具経路データを基に、全加工領域について一連の NC データを生成する。

【0009】

斯くして、この NC データ自動生成装置 60 によれば、工具経路データが作成されるに当たり、各加工領域毎に、凹部 51 内に存在する凹曲面 53 の最小曲率半径、及び凹部 51 内に存在する壁 54 間の最小距離が認識されてこれらに応じた適切な 1 つの使用工具が自動的に選択され、選択された 1 つの使用工具について、その工具経路データが作成される。そして、このようにして各加工領域毎に作成された工具経路データを基に、全加工領域についての NC データが生成される。

【0010】

【特許文献 1】

特開平 5-228786 号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記 NC データ自動生成装置 60 では、荒加工から仕上加工に至る一連の加工を通じて 1 本の工具により前記凹部 51 内を加工するように構成され、しかも凹部 51 内に存在する凹曲面 53 の最小曲率半径、及び凹部 51 内に存

在する壁 5 4 間の最小距離よりも小径の工具を使用するように構成されているので、仕上加工には適しているものの、荒加工では、その加工代が当該工具径よりも大きい場合、加工代が無くなるまで、複数回切込みを与えて加工しなければならず、加工時間が長くなるという問題があった。

【0012】

即ち、荒加工では、可能な限り大径の工具を用いて加工することにより、切り込み回数が減少するため、その加工時間を短縮することができるが、上記 NC データ自動生成装置 60 では、このような時間短縮を図ることができないのである。

【0013】

また、最適な加工を行うためには、工具径のみならず、加工対象物の材質やその加工形状、更には要求される加工精度に応じて、適宜、工具の形状や材質を選定したり、或いはその突き出し量を設定する必要があるが、これらは、加工を行う者（ユーザ）の専門知識、即ち、加工ノウハウに依るところが大きい。したがって、前記使用工具の選定に当たっては、ユーザが保有する加工ノウハウを反映できる様、ユーザが使用工具を適宜選択できるようになっているのが好ましい。

【0014】

本発明は、以上の実情に鑑みなされたものであって、効率的な加工を行うことができ、しかもユーザが独自に保有する加工ノウハウを反映させた NC プログラムを生成することができる自動プログラミング装置の提供をその目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段及びその効果】

上記目的を達成するための本発明は、加工対象の素材を、切刃を有する工具を用いて、凹部及び当該凹部内の底面に一以上の凸部を有する製品形状に加工するための NC プログラムを生成する装置であって、

前記製品の形状を定義した形状データを記憶する製品形状データ記憶部と、
前記素材の形状、材質といった諸元に関するデータを記憶する素材データ記憶部と、

前記工具の種別、寸法や材質といった諸元に関するデータを記憶する工具デー

タ記憶部と、

前記素材諸元及び工具諸元に応じて設定された加工条件に関するデータを記憶する加工条件データ記憶部と、

前記製品形状データ記憶部、素材データ記憶部、工具データ記憶部及び加工条件データ記憶部に格納された各データを基に、加工領域を設定し、設定した各加工領域について、当該加工領域で使用する工具、その送り速度、ワーク座標系における当該使用工具の移動位置を少なくとも含んで構成されるＣＬデータを生成するＣＬデータ生成部と、

前記ＣＬデータ生成部によって生成されたＣＬデータのワーク座標系における移動位置からＮＣプログラムを生成するＮＣプログラム生成部とを備えた自動プログラミング装置において、

当該自動プログラミング装置は、更に、

前記工具データ記憶部にデータが格納された工具の中から前記凹部の加工に使用する工具として予め選択された工具であって、前記製品の凹部内に存在する凹曲面の最小の曲率半径を２倍した直径より小径、且つ前記凹部内に存在する壁間の最小距離より小径の工具径を備えた最小工具と、当該最小工具よりも大きい工具径を備えた工具とを少なくとも含む、工具径が互いに異なる複数の工具に係る識別データを記憶した凹部加工用工具記憶部と、

前記ＣＬデータ生成部によって生成されたＣＬデータを基に、その加工時間を算出する加工時間算出部とを備えてなり、

前記ＣＬデータ生成部は、設定した加工領域が前記凹部である場合に、前記凹部加工用工具記憶部に格納された識別データを参照して、前記予め選択された複数の工具の中から一以上の工具を抽出して、少なくとも前記最小工具を含む工具の組み合わせを複数通り設定する組み合わせ設定処理と、設定した各組み合わせ毎に、その組の最大径の工具から順次小径の工具を使用して荒加工を行う荒加工用のＣＬデータを生成するとともに、前記最小工具を使用して仕上加工を行う仕上加工用のＣＬデータを生成するＣＬデータ生成処理とを順次実行するように構成され、

前記加工時間算出部は、前記各組み合わせ毎に生成されたＣＬデータを基に、

その加工時間を前記各組み合わせ毎に算出するように構成され、

前記NCプログラム生成部は、前記加工時間算出部によって算出された加工時間が最も短いCLデータを用いて、前記NCプログラムを生成するように構成されてなることを特徴とする自動プログラミング装置に係る。

【0016】

この発明によれば、前記製品形状データ記憶部には、凹部及び当該凹部内の底面に一以上の凸部を有する製品の形状を定義した形状データが格納されており、この形状データは、3次元空間内の座標値で表される頂点データ、2つの頂点を結んで構成される稜線の方程式データ、前記稜線と前記2つの頂点とを関連付ける稜線データ、稜線により囲まれて形成される面の方程式データ、及び前記面と前記稜線とを関連付ける面データを少なくとも含んで構成される。

【0017】

また、前記素材データ記憶部には、加工対象物である素材の形状や材質など、素材の諸元に関するデータが格納されており、前記工具データ記憶部には、ドリル、エンドミル、フェイスミルといった工具の種別、工具径、突き出し量、工具材質や工具番号など、工具の諸元に関するデータが格納される。

【0018】

また、前記加工条件データ記憶部には、加工条件に関するデータが格納されており、この加工条件データは、工具の送り量（例えば、フェイスミルやエンドミルの場合には一刃当たりの送り量、ドリルの場合には一回転当たりの送り量）や切削速度などに関するデータであり、荒加工、仕上加工といった加工工程、素材材質や工具材質に応じて工具毎に設定される。

【0019】

また、前記凹部加工用工具記憶部には、工具データ記憶部にデータが格納された工具の中から前記凹部の加工に使用する工具（エンドミル）として予め選択された工具であって、前記製品の凹部内に存在する凹曲面の最小の曲率半径を2倍した直径より小径、且つ前記凹部内に存在する壁間の最小距離より小径の工具径を備えた最小工具と、当該最小工具よりも大きい工具径を備えた工具とを少なくとも含む、工具径が互いに異なる複数の工具に係る識別データが格納される。

【0020】

尚、前記選択工具は、ユーザによって、自身の専門知識（加工ノウハウ）を基に適宜選択され、加工対象物の材質、その加工形状や要求される加工精度などに応じ、最適な加工を行うことができると判断される形状、材質、突き出し量などを備えた工具が選択される。また、前記識別データは、文字通り工具を識別するためのデータであり、この識別データとして、例えば、工具番号に係るデータを用いることができる。

【0021】

前記CLデータ生成部は、製品形状データ記憶部、素材データ記憶部、工具データ記憶部、加工条件データ記憶部及び凹部加工用工具記憶部に格納された各データを基に、使用工具、その送り速度、ワーク座標系における当該使用工具の移動位置を少なくとも含んで構成されるCLデータを生成する。

【0022】

具体的には、まず、製品形状データ記憶部に格納された形状データ、及び素材データ記憶部に格納された素材データを基に、加工を要する部位及びその形状特徴を認識し、認識した各加工部位についてその加工順序を決定する。

【0023】

次に、決定した加工順序に従って、各加工部位毎に、その加工部位が前記凹部であるか否かを確認し、凹部でない場合には、素材データ記憶部に格納された素材材質データを基に、工具データ記憶部に格納されたデータを参照して、当該加工部位の荒加工及び仕上加工でそれぞれ使用する工具を設定する。

【0024】

ついで、前記加工条件データ記憶部に格納されたデータを参照して、設定工具に応じた加工条件を設定し、設定した加工条件を基に、当該工具の送り速度に関するデータなどを生成するとともに、ワーク座標系における工具の移動位置データを荒加工及び仕上加工のそれぞれについて生成して、前記CLデータとする。

【0025】

一方、加工部位が凹部である場合には、前記凹部加工用工具記憶部に格納された識別データを参照し、予め選択された複数の工具（選択工具）の中から一以上

の工具を抽出して、少なくとも前記最小工具を含む工具の組み合わせを複数通り設定する。

【 0 0 2 6 】

例えば、工具径が $\phi 40$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 12$ である各工具の識別データが凹部加工用工具記憶部に格納されているとすると、この中から少なくとも最小工具（ $\phi 12$ の工具）を含む一以上の工具を適宜抽出して、① $\phi 40$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 12$ の工具、② $\phi 40$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 12$ の工具、③ $\phi 40$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 12$ の工具、④ $\phi 40$ 、 $\phi 12$ の工具、⑤ $\phi 20$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 12$ の工具、⑥ $\phi 20$ 、 $\phi 12$ の工具、⑦ $\phi 16$ 、 $\phi 12$ の工具、⑧ $\phi 12$ の工具といった、最小工具を含む工具の組み合わせを複数通り設定する。

【 0 0 2 7 】

そして、まず、設定した各組み合わせ毎に、荒加工用の C L データを生成する。即ち、各組毎に、その組の最大径の工具から順次小径の工具を使用するように使用工具を設定し、ついで、前記加工条件データ記憶部に格納されたデータを参照して、設定工具に応じた加工条件を設定し、設定した加工条件を基に、当該工具の回転速度及び送り速度に関するデータを生成するとともに、ワーク座標系における工具の移動位置データを生成して、荒加工用の C L データとする。

【 0 0 2 8 】

例えば、組み合わせが、 $\phi 40$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 12$ の各工具からなる場合、まず、 $\phi 40$ の工具を用いた C L データが生成され、ついで、残りの加工領域を $\phi 20$ の工具で加工する C L データが生成され、最後に、更に残りの加工領域を $\phi 12$ の工具で加工する C L データが生成される。

【 0 0 2 9 】

次に、前記選択工具の中から最小工具（上記の例では $\phi 12$ の工具）を使用工具に設定して仕上加工用の C L データを生成する。即ち、上記と同様にして、前記加工条件データ記憶部に格納されたデータを参照して、設定工具に応じた加工条件を設定し、設定した加工条件を基に、当該工具の回転速度及び送り速度に関するデータを生成するとともに、ワーク座標系における工具の移動位置データを生成して、仕上加工用の C L データとする。

【0030】

斯くして、このＣＬデータ生成部では、加工領域が凹部である場合には、前記選択工具から設定される工具の組み合わせ毎にそれぞれ荒加工用のＣＬデータが生成されるとともに、１つの仕上加工用ＣＬデータが生成され、加工領域が凹部である場合には、荒加工用のＣＬデータと仕上加工用のＣＬデータとがそれぞれ１つずつ生成される。

【0031】

前記加工時間算出部は、前記ＣＬデータ生成部によって生成された前記凹部に係る荒加工用の各ＣＬデータを基に、その各々について加工時間を算出する。具体的には、各ＣＬデータ中に含まれる工具の移動位置やその送り速度、並びに１回の工具交換に要する時間などを基に、各ＣＬデータ毎の加工時間を算出する。

【0032】

そして、前記ＮＣプログラム生成部は、前記凹部の荒加工に係るＣＬデータについては、前記加工時間算出部によって算出された加工時間を参照して、加工時間が最も短い荒加工用のＣＬデータを用いるとともに、当該凹部の仕上加工や、凹部以外の荒加工及び仕上加工に係るＣＬデータについては、唯一生成されたＣＬデータを用い、各ＣＬデータ中のワーク座標系における移動位置から当該加工全体に係るＮＣプログラムを生成する。

【0033】

尚、前記ワーク座標系は、工作機械上で固定された素材に対して設定される座標系である。

【0034】

このように、本発明に係る自動プログラミング装置によれば、前記凹部の荒加工に係るＣＬデータを生成する際には、予め当該凹部の加工に使用する工具として選択された工具の中から一以上の工具を抽出することによって、使用工具について複数の組合せが設定され、設定された各工具の組合せ毎に当該荒加工用のＣＬデータが生成されるとともに、生成された複数の荒加工用のＣＬデータについて、その加工時間がそれぞれ算出され、ついで、ＮＣプログラムの生成の際には、加工時間が最も短いＣＬデータが選択され、選択されたＣＬデータを基にＮＣ

プログラムが生成される。

【0035】

斯くして、この自動プログラミング装置によれば、上記のように構成したので、荒加工から仕上加工に至る一連の加工を通じて1本の工具により凹部を加工するように構成された従来の自動プログラミング装置に比べて、加工時間を短縮したより効率的な加工を行うことができるNCプログラムを生成することができる。

【0036】

また、前記選択工具は、これを、当該加工を行う者が任意に設定することができるので、当該選択工具の設定に際して、当該設定者が有する加工ノウハウを反映させることができ、最適化した加工を行うことができるNCプログラムを効率的に作成することができる。

【0037】

尚、前記自動プログラミング装置において、凹部加工用工具記憶部は、これが、凹部加工用の使用工具として選択される複数の工具を1つの工具グループとし、当該グループ内に含まれる工具の種類が互いに異なる複数の工具グループについて、各グループ毎にその構成工具に係る識別データを記憶するように構成され、CLデータ生成部は、これが、前記複数の工具グループの中から一の工具グループを選択する信号を外部から受信し、前記凹部加工用工具記憶部に格納された識別データであって、当該選択信号に対応した前記工具グループの識別データを参照して、前記組み合わせ設定処理とCLデータ生成処理とを順次実行するように構成されていても良い。

【0038】

このようにすれば、凹部の加工に適した工具を、複数の複数グループの中から適宜選択することができるので、例えば、加工すべき製品形状が異なるたびに、その都度、選択工具を設定し直すといった作業が不要であり、便利である。

【0039】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の具体的な実施形態について添付図面に基づき説明する。図1は

、本発明の一実施形態に係る自動プログラミング装置の概略構成を示したブロック図である。

【0040】

図1に示すように、本例の自動プログラミング装置1は、製品形状データ記憶部11、素材データ記憶部12、工具データ記憶部13、加工条件データ記憶部14、凹部加工用工具記憶部15、CLデータ生成部16、CLデータ記憶部17、加工時間算出部18、工作機械データ記憶部19、NCプログラム生成部20及びNCプログラム記憶部21などを備えて構成される。

【0041】

そして、前記製品形状データ記憶部11及び素材データ記憶部12には、CAD装置31が接続され、前記素材データ記憶部12、工具データ記憶部13、加工条件データ記憶部14、凹部加工用工具記憶部15、CLデータ生成部16及び工作機械データ記憶部19には、入力装置32が接続され、前記NCプログラム記憶部21には、出力装置33が接続されている。

【0042】

前記製品形状データ記憶部11には、CAD装置31を用いて生成された製品の形状データが格納されるようになっており、本例では、例えば、図2及び図3に示すような、凹部51及びこの凹部51内の底面に一の凸部52を有する製品50の形状を定義した形状データが格納されている。

【0043】

尚、前記形状データは、3次元空間内の座標値で表される頂点データ、2つの頂点を結んで構成される稜線の方程式データ、前記稜線と前記2つの頂点とを関連付ける稜線データ、稜線により囲まれて形成される面の方程式データ、及び前記面と前記稜線とを関連付ける面データなどから構成され、例えば、図4に示すような直方体をした形状の場合、図5に示すようなデータ構造となる。

【0044】

前記素材データ記憶部12には、加工対象物である素材の諸元に関するデータが格納される。この素材諸元データは、素材の上記形状データや材質などに関するデータであって、CAD装置31を用いて生成されたものや、入力装置32を

介して入力されたものが、素材データ記憶部 12 に格納される。

【0045】

前記工具データ記憶部 13 には、工具の諸元に関するデータが格納される。この工具諸元データは、ドリル、エンドミル、フェイスミルといった工具の種別、工具径、突き出し量、工具材質や工具番号などに関するデータであり、例えば、図 6 に示すようなデータテーブルとして、入力装置 32 を介し工具データ記憶部 13 に格納される。

【0046】

前記加工条件データ記憶部 14 には、加工条件に関するデータが格納される。この加工条件データは、工具の送り量（例えば、フェイスミルやエンドミルの場合には一刃当たりの送り量、ドリルの場合には一回転当たりの送り量）や切削速度などに関するデータであり、荒加工、仕上加工といった加工工程、素材材質や工具材質に応じて工具毎に設定され、入力装置 32 を介して加工条件データ記憶部 14 に格納される。

【0047】

前記凹部加工用工具記憶部 15 には、前記凹部 51 の加工に使用する工具として予め選択された複数の工具を 1 グループとし、その複数グループについて、各グループ毎にその構成工具に係るデータが、例えば、図 7 に示すようなデータテーブルとして格納される。

【0048】

各グループの構成工具は、その少なくとも一部が互いに異なっており、工具径が、前記凹部 51 内に存在する凹曲面 53 の最小の曲率半径を 2 倍した直径より小径、且つ前記凹部 51 内に存在する壁 54 間の最小距離より小径の最小工具と、この最小工具よりも大きい工具径を備えた工具とを少なくとも含んでいる。

【0049】

そして、これら各グループの構成工具は、当該製品の加工を行う者が、自身の加工ノウハウを基に、加工対象物の材質、その加工形状や要求される加工精度などに応じ、最適な加工を行うことができると判断される形状、材質、突き出し量などを備えた工具を、前記工具データ記憶部 13 に格納された工具の中から適宜

選択し、これをグループ分けして入力装置 32 から入力することにより、凹部加工用工具記憶部 15 に格納される。

【0050】

尚、前記凹部加工用工具記憶部 15 に格納されるデータは、図 7 に示したものに限られないが、少なくとも、工具を識別するための識別データを含んでいる必要があり、図 7 に示した例では、工具番号に係るデータが識別データとして機能する。

【0051】

前記 CL データ生成部 16 は、製品形状データ記憶部 11、素材データ記憶部 12、工具データ記憶部 13、加工条件データ記憶部 14 及び凹部加工用工具記憶部 15 に格納された各データを基に、使用工具、その送り速度、ワーク座標系における当該使用工具の移動位置を少なくとも含んで構成される CL データを生成する。

【0052】

具体的には、図 8 及び図 9 に示した処理を順次実行するように構成される。尚、以下の説明では、図 4 に示した形状の素材を、図 2 及び図 3 に示すような製品形状に加工する場合を一例として説明する。また、前記凹部加工用工具記憶部 15 に格納された複数の工具グループの中から一つの工具グループを選択する信号が、予め入力装置 32 から適宜入力され、CL データ生成部 16 によって受信されているものとする。

【0053】

CL データ生成部 16 は、まず、製品形状データ記憶部 11 に格納された製品 50 の形状データを読み込むとともに（ステップ S1）、素材データ記憶部 12 から素材の形状データ及び材質データを読み込む（ステップ S2）。

【0054】

次に、読み込んだ製品形状データ及び素材形状データを基に、加工を要する部位及びその形状特徴を認識し（ステップ S3）、認識した各加工部位についてその加工順序を決定する（ステップ S4）。

【0055】

ついで、カウンタ n を 1 にセットした後（ステップ S 5）、1 番目の加工部位について、当該加工部位が前記凹部 5 1 であるか否かを確認し（ステップ S 6）、凹部 5 1 でない場合には、ステップ S 7 に進む。

【0056】

ステップ S 7 では、前記素材材質データを基に、工具データ記憶部 1 3 に格納されたデータを参照して、当該加工で使用する工具を設定する。例えば、製品 5 0 の上面を加工する場合には、使用工具としてフェイスミルが設定され、製品 5 0 の側面を加工する場合には、使用工具としてエンドミルが設定される。

【0057】

次に、前記素材材質データ及び使用工具に係るデータを基に、加工条件データ記憶部 1 4 に格納されたデータを参照して、当該加工部位についての加工条件を設定する（ステップ S 8）。

【0058】

ついで、設定した加工条件に係るデータを基に、当該工具の回転速度及び送り速度に関するデータを生成するとともに、ワーク座標系における工具の移動位置データを生成して、当該加工部位についての CL データとした後（ステップ S 9）、ステップ S 2 1 に進む。

【0059】

尚、上記ステップ S 7 ～ S 9 における処理は、荒加工、仕上加工といった加工工程毎に実行され、各加工工程についてその CL データが生成されるようになっている。

【0060】

一方、前記ステップ S 6 で、加工部位が凹部 5 1 であると確認された場合には、凹部加工用工具記憶部 1 5 に格納された識別データ（工具番号）であって、入力装置 3 2 から入力された選択信号に対応した工具グループの識別データを参照し、選択された工具グループの中から一以上の工具を抽出して、少なくとも前記最小工具を含む工具の組み合わせを複数通り設定する（ステップ S 1 1）。

【0061】

例えば、選択された工具グループの構成工具が工具径 $\phi 40$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 16$

、 $\phi 12$ の各工具からなる場合（工具グループAの場合）、この中から少なくとも最小工具（ $\phi 12$ の工具）を含む一以上の工具を適宜抽出して、① $\phi 40$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 12$ の工具、② $\phi 40$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 12$ の工具、③ $\phi 40$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 12$ の工具、④ $\phi 40$ 、 $\phi 12$ の工具、⑤ $\phi 20$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 12$ の工具、⑥ $\phi 20$ 、 $\phi 12$ の工具、⑦ $\phi 16$ 、 $\phi 12$ の工具、⑧ $\phi 12$ の工具といった、最小工具を含む工具の組み合わせを8通り設定する。

【0062】

次に、カウンタmを1にセットした後（ステップS12）、1番目の組み合わせについて、その組の最大径の工具から順次小径の工具を使用するように使用工具を設定して（ステップS13）、前記素材データ記憶部11に格納された素材材質データ、工具データ記憶部13に格納された工具データ及び加工条件データ記憶部14に格納された加工条件データを参照して、当該使用工具及び素材材質に応じた加工条件を設定し（ステップS14）、設定した加工条件を基に、工具の回転速度及び送り速度に関するデータを生成するとともに、ワーク座標系における工具の移動位置データを生成して、荒加工用のCLデータとする（ステップS15）。

【0063】

例えば、上記のようにして設定された1番目の工具の組み合わせが、工具径 $\phi 40$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 12$ の各工具からなる場合、まず、 $\phi 40$ の工具を用いたCLデータが生成される。尚、当該工具の移動経路は、図10に示すように、破線で示した凹部51内の形状に適宜仕上げ代を付加した形状となるように、当該工具を用いて可能な限りの領域を加工するような経路に設定される（図示例の移動経路はP1→P21）。

【0064】

次に、前記 $\phi 40$ の工具を用いて加工した残りの加工領域を $\phi 20$ の工具で加工するCLデータが生成され、ついで、 $\phi 20$ の工具を用いて加工した残りの加工領域を $\phi 16$ の工具で加工するCLデータが生成され、そして最後に、 $\phi 16$ の工具を用いて加工した残りの加工領域を、 $\phi 12$ の工具を用いて、仕上代を残して加工するCLデータが生成される。尚、 $\phi 20$ の工具の移動経路例（P1→

P14)を図11に示し、 $\phi 16$ の工具の移動経路例(P1→P14)を図12に示し、 $\phi 12$ の工具の移動経路例(P1→P13, P14→P20)を図13に示している。

【0065】

但し、当然のことながら、上記移動経路は図10乃至図13に例示したものに限られず、様々なロジックにより生成される移動経路を採用することができる。また、上記の例では、後工程に係る工具の移動経路を、前工程の工具によって仕上げ代のみが残るように加工された部位（言い換えれば、荒加工を完了した加工部位）についても、当該加工部位を倣うような移動経路を含むものとしたが、必ずしもこのようにする必要はなく、かかる倣い移動経路を省いて、仕上げ代より大きな加工代を有する部位（言い換えれば、荒加工を完了していない加工部位）のみを加工するような移動経路としても良い。

【0066】

以上のようにして、選択工具の全組み合わせについて荒加工用のCLデータが生成される（ステップS16, S17）。

【0067】

次に、前記最小工具（上例では $\phi 12$ の工具）を使用工具に設定して（ステップS18）、当該使用工具及び素材材質に応じた加工条件を設定し（ステップS19）、設定した加工条件を基に、工具の回転速度及び送り速度に関するデータを生成するとともに、ワーク座標系における工具の移動位置データを生成して、仕上加工用のCLデータとする（ステップS20）。

【0068】

以後、カウンタnを更新しながら上記ステップS6～S20の処理を繰り返して、すべての加工部位についてCLデータを生成した後（ステップS21, S22）、生成したCLデータをCLデータ記憶部17に格納して、処理を終了する（ステップS23）。

【0069】

前記加工時間算出部18は、CLデータ記憶部17に格納されたCLデータを参照し、前記凹部51に係る荒加工用の各CLデータを基に、その各々について

加工時間を算出する。具体的には、各CLデータ中に含まれる工具の移動位置やその送り速度、並びに1回の工具交換に要する時間などを基に、各CLデータ毎の加工（動作）時間を算出する。そして、算出した加工時間に係るデータを対応するCLデータと関連付けて前記CLデータ記憶部17に格納する処理を行う。

【0070】

前記工作機械データ記憶部19には、工作機械の諸元に関するデータが格納される。この工作機械データは、マシニングセンタ、旋盤といった工作機械の種類や工作機械の構造などに関するデータであり、入力装置32を介して工作機械データ記憶部19に格納される。

【0071】

前記NCプログラム生成部20は、CLデータ記憶部17に格納されたCLデータ及び工作機械データ記憶部19に格納された工作機械データを基に、CLデータのワーク座標系における移動位置からNCプログラムを生成する。そしてその際、前記凹部51の荒加工に係るCLデータについては、前記加工時間算出部18によって算出された加工時間を参照して（即ち、前記CLデータ記憶部17に格納された加工時間データを参照して）、加工時間が最も短い荒加工用のCLデータを用い、他方、当該凹部51の仕上加工や、凹部51以外の荒加工及び仕上加工に係るCLデータについては、唯一生成されたCLデータを用いて、各CLデータ中のワーク座標系における移動位置から当該加工全体に係るNCプログラムを生成する。

【0072】

そして、このNCプログラム生成部20によって生成されたNCプログラムが、前記NCプログラム記憶部21に格納されるとともに、出力装置33から適宜出力される。

【0073】

尚、ワーク座標系は、工作機械上で固定された素材に対し設定される座標系である。

【0074】

以上の構成を備えた本例の自動プログラミング装置1によれば、まず、前記凹

部 5 1 の加工に使用する工具として予め選択された複数グループの工具に係るデータが凹部加工用工具記憶部 1 5 に格納される。

【0075】

そして、C L データ生成部 1 6 において、前記凹部 5 1 の荒加工に係る C L データを生成する際には、凹部加工用工具記憶部 1 5 に格納されたデータを参照し、入力装置 3 2 から入力された選択信号に対応した工具グループの中から一以上の工具を抽出して、少なくとも前記最小工具を含む工具の組み合わせが複数通り設定され、設定された各工具の組合せ毎に当該荒加工用の C L データが生成されるとともに、生成された複数の荒加工用の C L データについて、加工時間算出部 1 8 により、その加工時間がそれぞれ算出され、ついで、N C プログラムの生成の際には、加工時間が最も短い C L データが選択され、選択された C L データを基に N C プログラムが生成される。

【0076】

斯くして、本例の自動プログラミング装置 1 によれば、上記のように、凹部 5 1 の C L データを生成する際に、複数の工具を用い、しかもこれらの組合せを複数通り設定し、各組合せ毎に C L データを生成するとともに、各 C L データについての加工時間を算出して、最も加工時間の短い C L データを採用して N C プログラムを作成するようにしているので、荒加工から仕上加工に至る一連の加工を通じて 1 本の工具（最小工具）により凹部を加工するように構成された従来の自動プログラミング装置に比べて、加工時間を短縮したより効率的な加工を行うことができる N C プログラムを生成することができる。

【0077】

また、前記選択工具は、これを、当該加工を行う者が任意に設定することができるので、当該選択工具の設定に際して、当該設定者が有する加工ノウハウを反映させることができ、最適化した加工を行うことができる N C プログラムを効率的に作成することができる。

【0078】

また、凹部 5 1 を加工するための工具として、複数のグループを設定しているので、当該凹部 5 1 の加工に適した工具を、複数のグループの中から適宜選択す

ることができ、例えば、加工すべき製品形状が異なるたびに、その都度、選択工具を設定し直すといった作業が不要であり、便利である。

【0079】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明の取り得る具体的な態様は、何らこれに限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係る自動プログラミング装置の概略構成を示したブロック図である。

【図2】

本実施形態の（素材加工後の）製品形状を示した平面図である。

【図3】

図2における矢示A-A方向の断面図である。

【図4】

本実施形態における形状データを説明するための説明図である。

【図5】

本実施形態の製品形状データ記憶部に格納される形状データのデータ構造を示した説明図である。

【図6】

本実施形態の工具データ記憶部に格納される工具データのデータ構造を示した説明図である。

【図7】

本実施形態の凹部加工用工具記憶部に格納されるデータのデータ構造を示した説明図である。

【図8】

本実施形態のCLデータ生成部における処理手順を示したフローチャートである。

【図9】

本実施形態のCLデータ生成部における処理手順を示したフローチャートであ

る。

【図 1 0】

本実施形態で生成される C L データに係る移動経路についての説明図である。

【図 1 1】

本実施形態で生成される C L データに係る移動経路についての説明図である。

【図 1 2】

本実施形態で生成される C L データに係る移動経路についての説明図である。

【図 1 3】

本実施形態で生成される C L データに係る移動経路についての説明図である。

【図 1 4】

従来例に係る N C データ自動生成装置の概略構成を示したブロック図である。

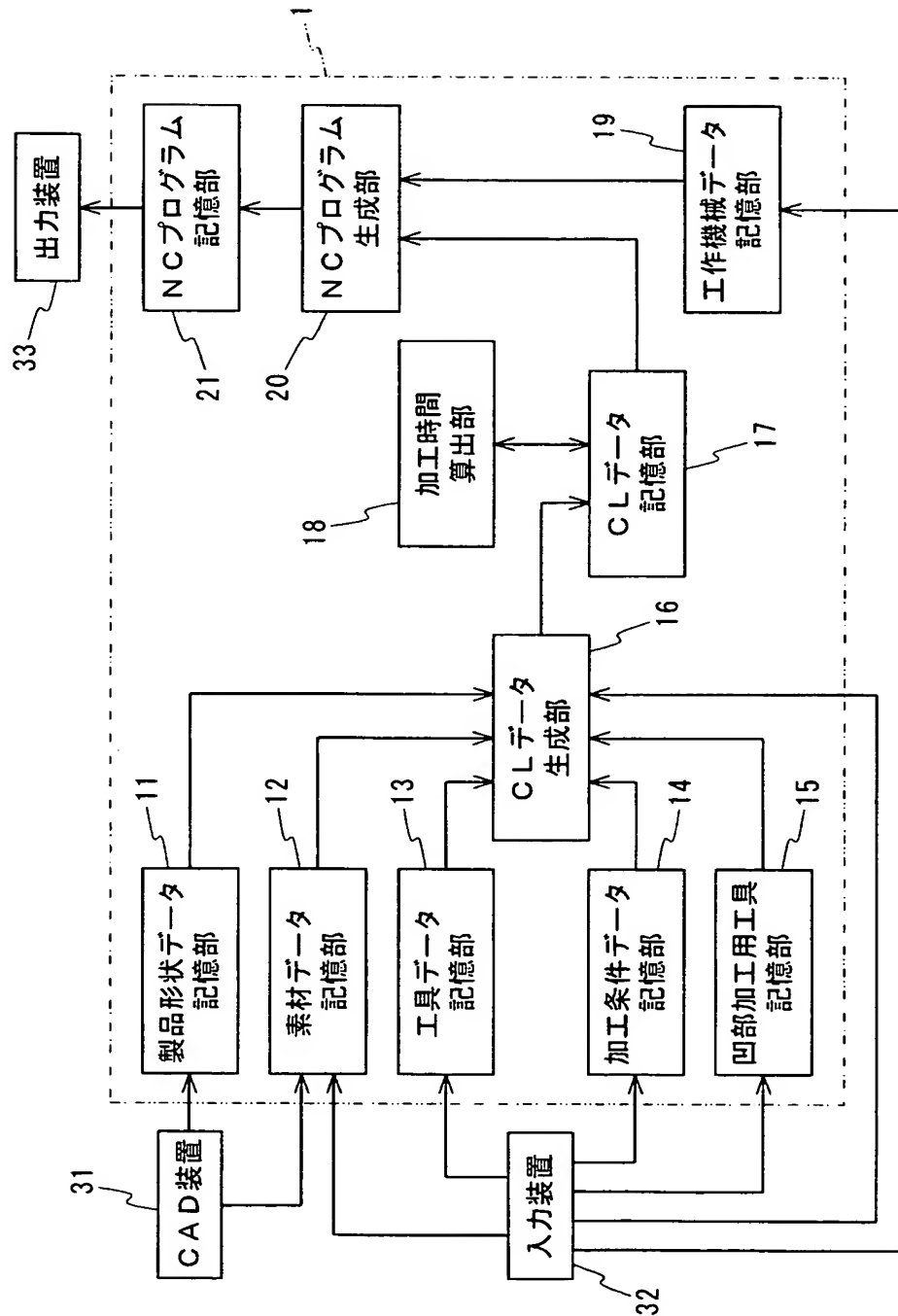
【符号の説明】

- 1 自動プログラミング装置
- 1 1 製品形状データ記憶部
- 1 2 素材データ記憶部
- 1 3 工具データ記憶部
- 1 4 加工条件データ記憶部
- 1 5 凹部加工用工具記憶部
- 1 6 C L データ生成部
- 1 7 C L データ記憶部
- 1 8 加工時間算出部
- 1 9 工作機械データ記憶部
- 2 0 N C プログラム生成部
- 2 1 N C プログラム記憶部

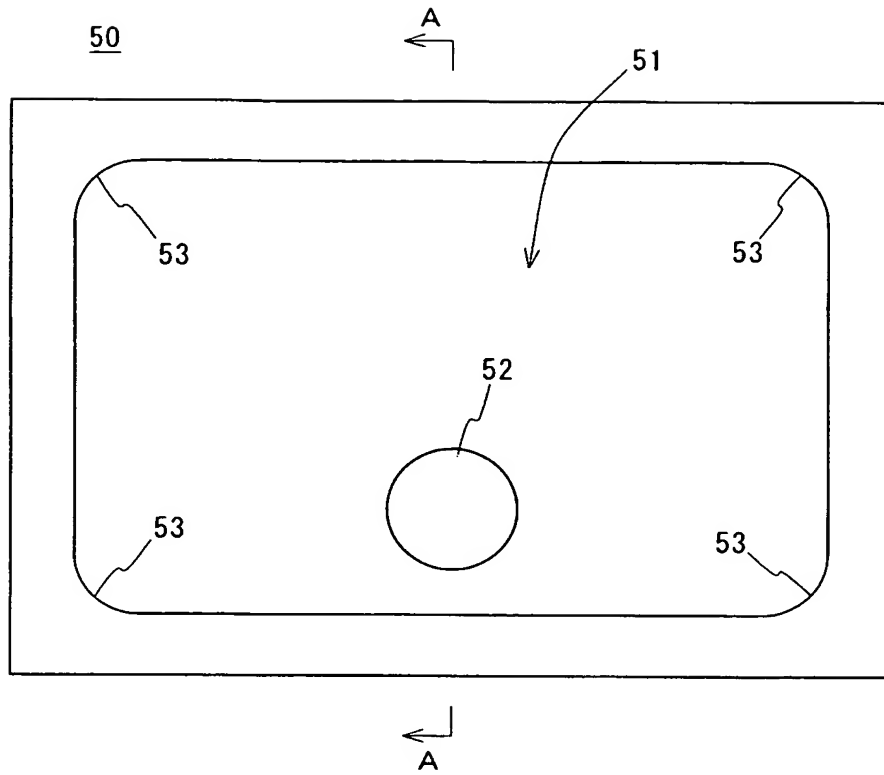
【書類名】

図面

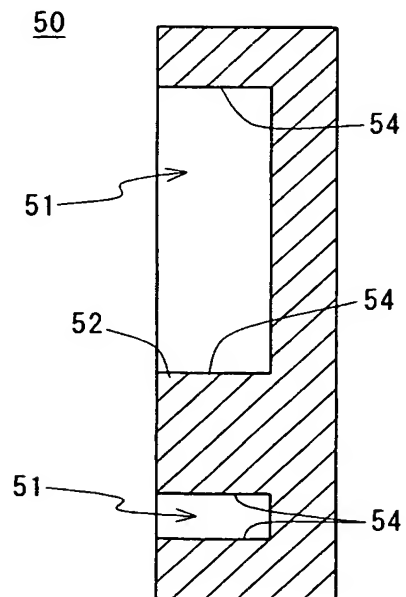
【図 1】



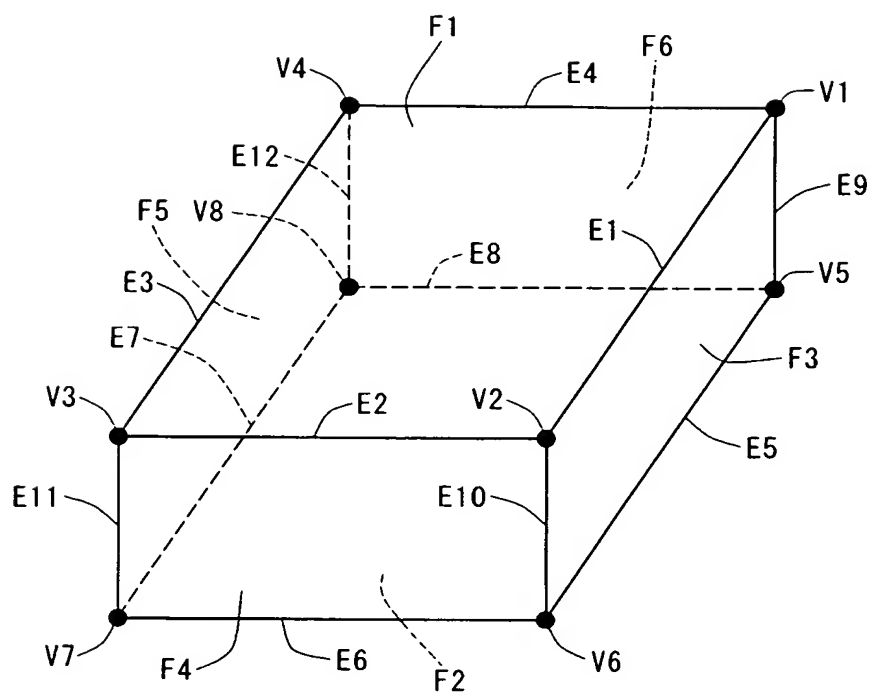
【図 2】



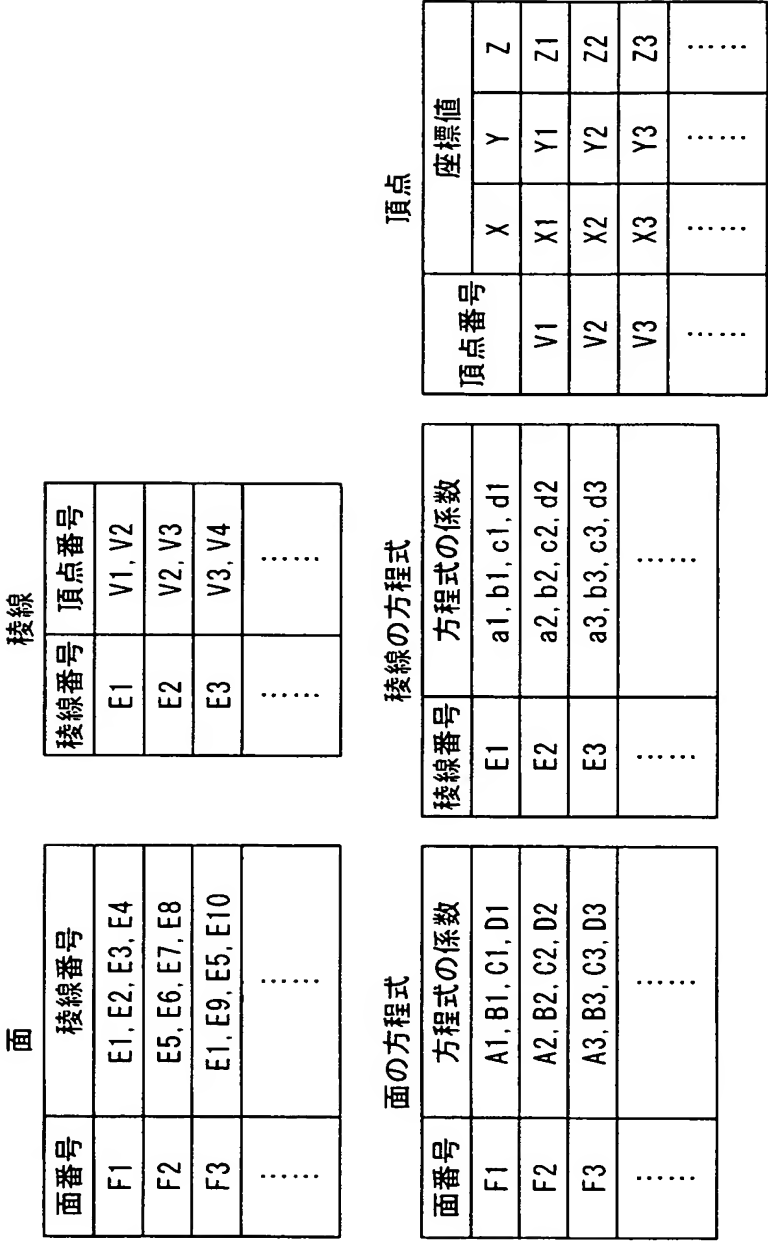
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

	工具番号	種別	工具径	突き出し量	材質
1	T0001	エンドミル	φ20	50	SKH
2	T0002	ドリル	φ10	50	SKH
3	T0003	フェイスミル	φ30	50	SKH
4	T0004	エンドミル	φ16	40	SKH
5	T0005	エンドミル	φ12	30	SKH
6	T0006	エンドミル	φ40	50	SKH
7	T0007	ドリル	φ20	40	SKH
8	T0008	フェイスミル	φ20	40	SKH
...

【図 7】

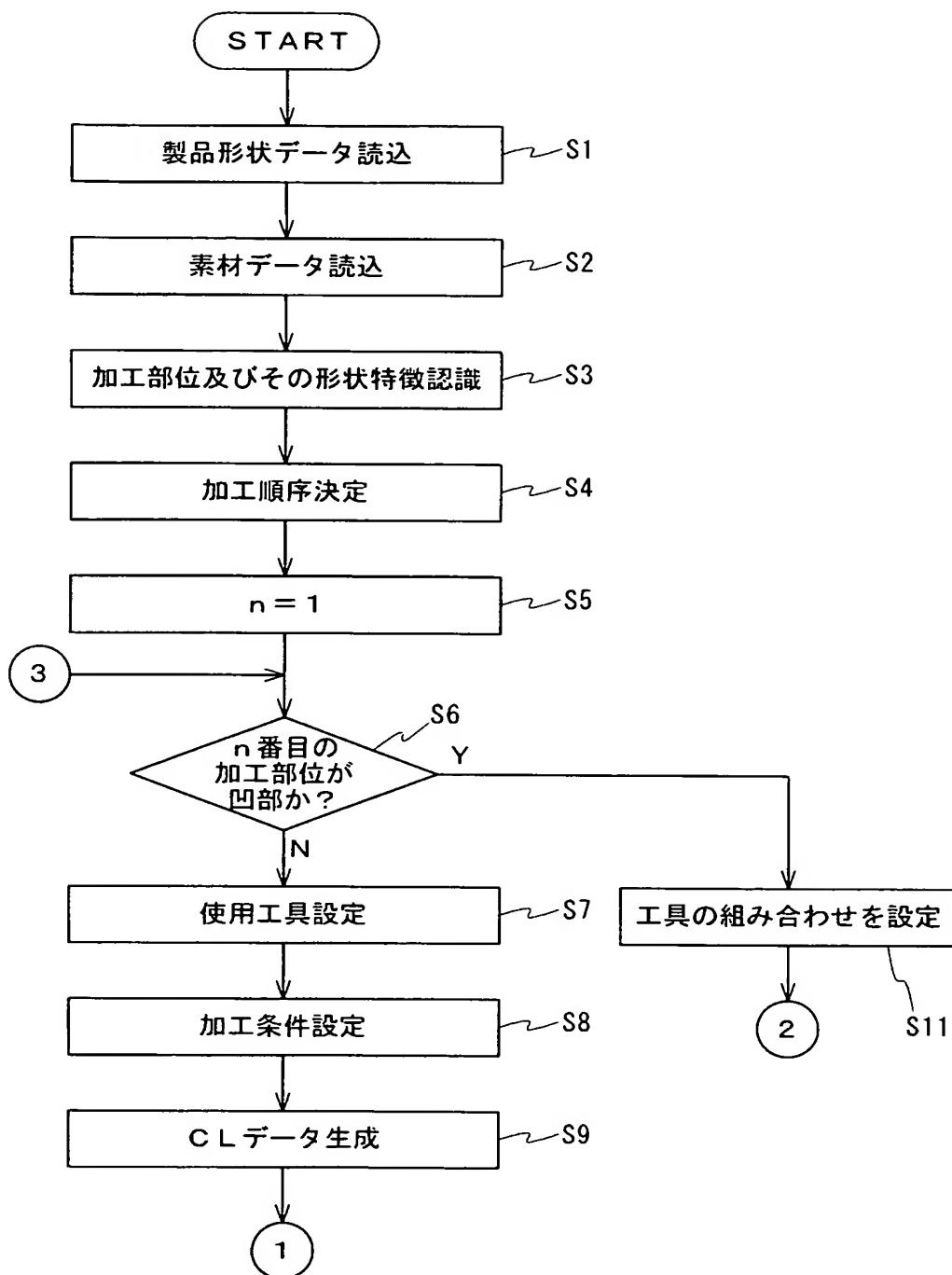
工具グループ A			
	工具番号	種別	工具径
1	T0006	エンドミル	φ40
2	T0001	エンドミル	φ20
3	T0004	エンドミル	φ16
4	T0005	エンドミル	φ12

工具グループ B			
	工具番号	種別	工具径
1	T0010	エンドミル	φ30
2	T0015	エンドミル	φ24
3	T0004	エンドミル	φ16
4	T0005	エンドミル	φ12

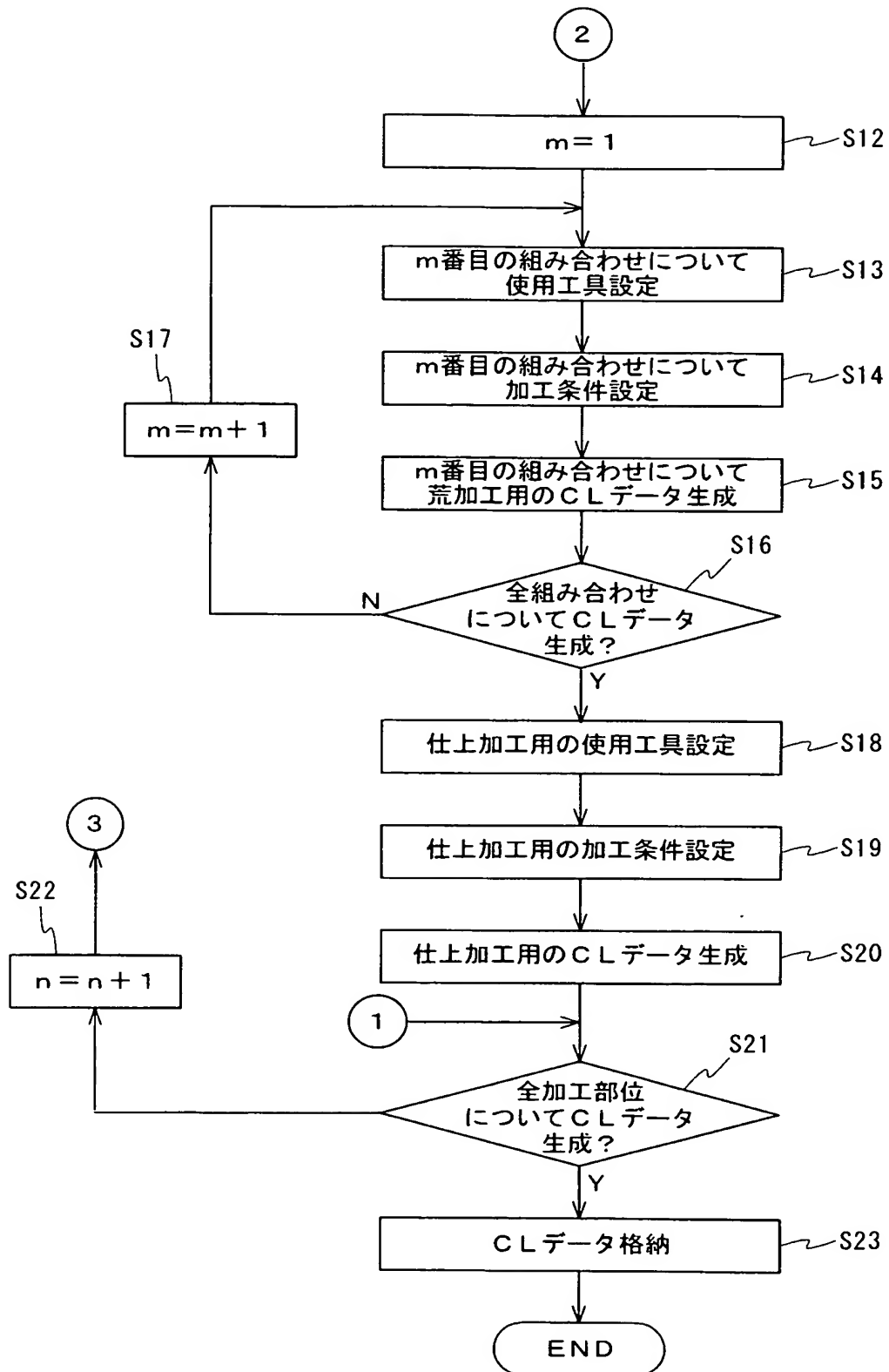
工具グループ C			
	工具番号	種別	工具径
1	T0010	エンドミル	φ30
2	T0001	エンドミル	φ20
3	T0005	エンドミル	φ12

⋮

【図 8】

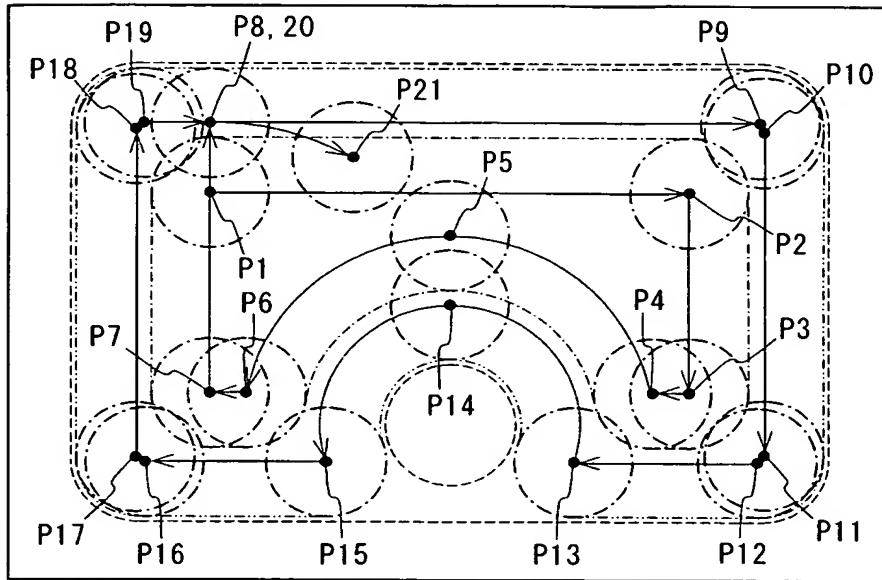


【図 9】



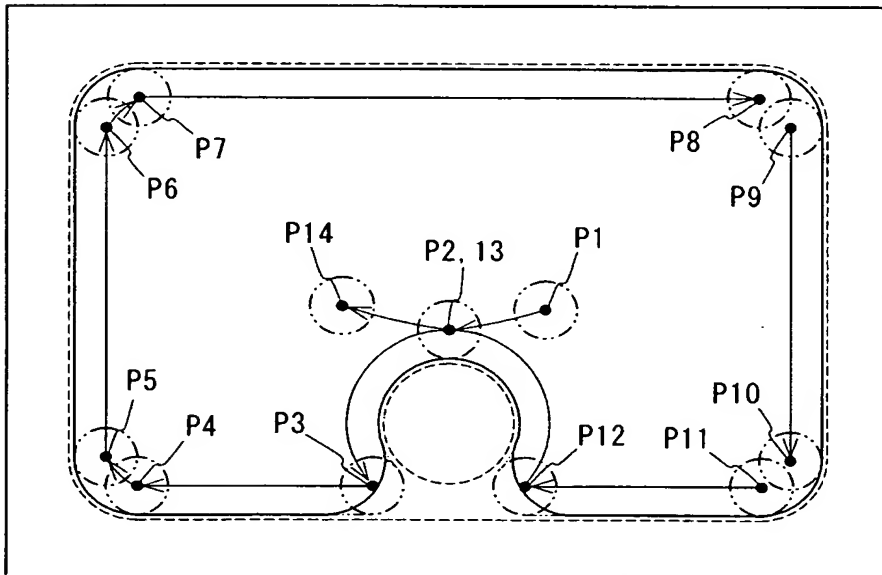
【図 10】

50



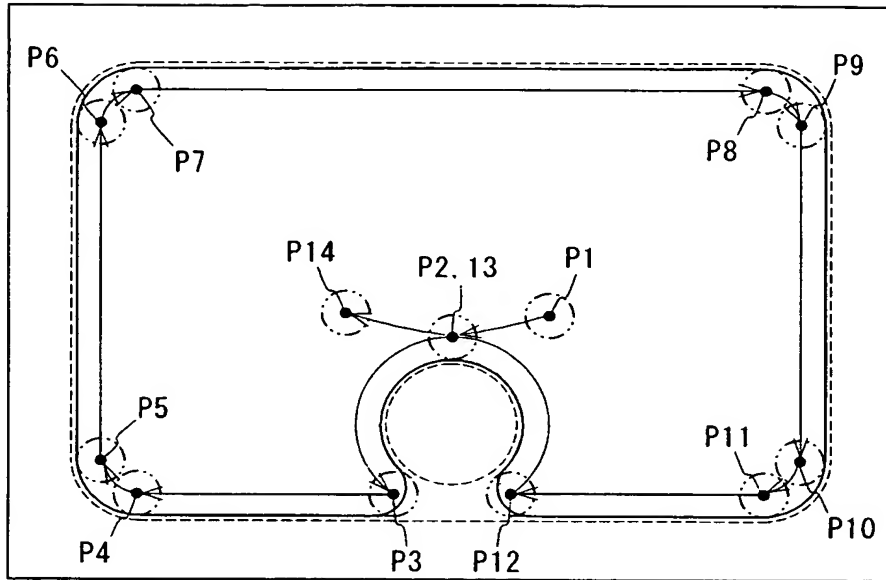
【図 11】

50



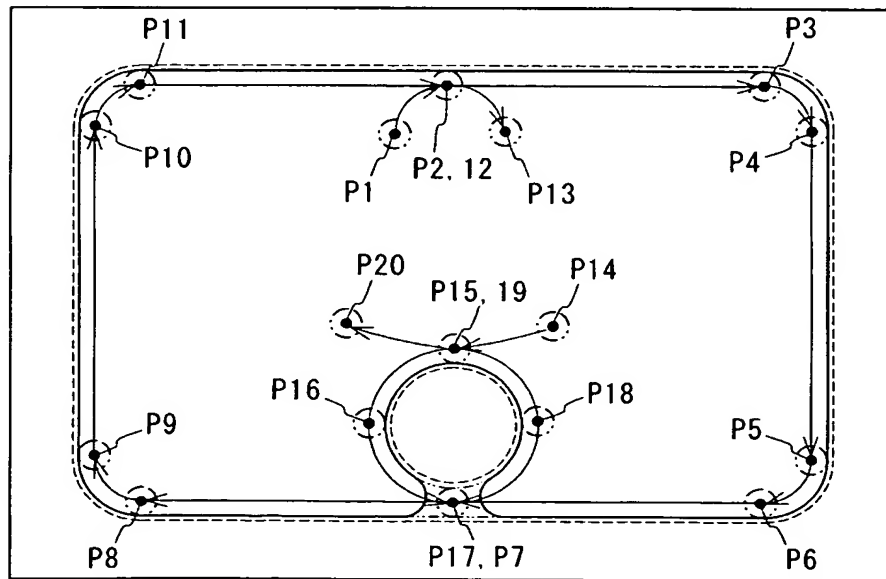
【図 12】

50

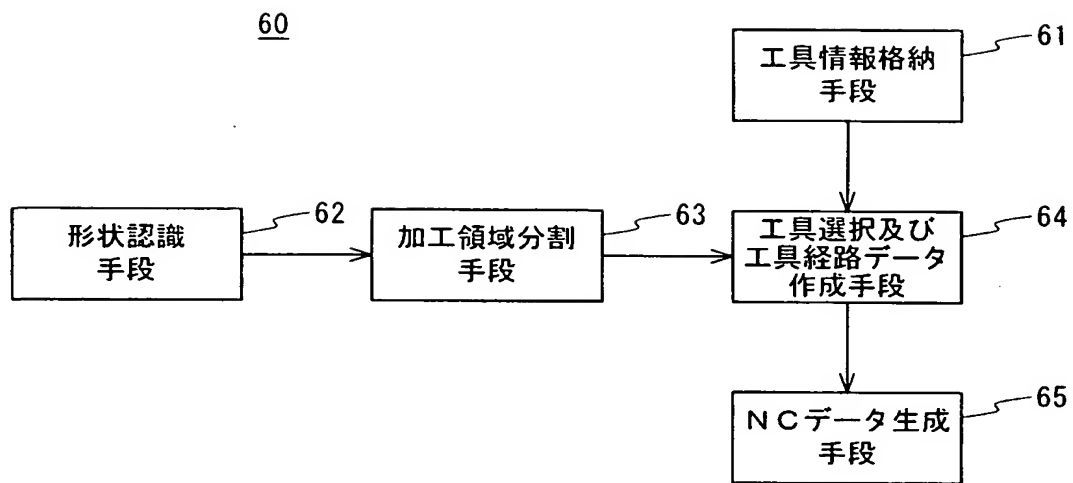


【図 13】

50



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 効率的な加工を行うことができ、しかも加工ノウハウを反映させたNCプログラムを生成することができる自動プログラミング装置を提供する。

【解決手段】 自動プログラミング装置1は、凹部及び凹部内の底面に凸部を有する製品の形状データ、素材データ、工具データ、加工条件データを記憶する各記憶部11、12、13、14と、凹部の加工に使用する工具として予め選択された複数の工具に係る識別データを記憶した凹部加工用工具記憶部15と、識別データを参照して、工具の組み合わせを複数通り設定した後、各組み合わせ毎に、凹部についてのCLデータを生成するCLデータ生成部16と、CLデータを基にその加工時間を各組み合わせ毎に算出する加工時間算出部18と、加工時間が最も短いCLデータを選択してNCプログラムに変換するNCプログラム生成部20とを備える。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 0 4 0 0 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 4 6 8 4 7]

1. 変更年月日 1 9 9 8 年 1 0 月 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地

氏 名

株式会社森精機製作所

特願 2 0 0 3 - 1 0 4 0 0 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 0 0 0 3 5 3 3 1]

1. 変更年月日 2 0 0 0 年 4 月 2 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 米国 カリフォルニア州 9 5 8 1 4 サクラメント セブン
スストリート 1 5 0 0 番地 7 号の 0

氏 名 インテリジェント マニユファクチャリング システムズ イ
ンターナショナル